

The Influence of PGPRs and Planning Methods on Yield Quantity and Quality of Sesame in Ahvaz

Fariba Mazrae¹, Amir Aynehband^{2*}, Esfandiar Fateh³ and Aram Gorooei⁴

- 1- M. Sc. Student of Agroecology, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 2- ***Corresponding Author:** Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (aynehband@scu.ac.ir)
- 3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 4- Ph.D. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 23 December, 2017

Accepted: 8 July, 2018

Abstract

Background and Objectives

The cropping pattern will influence the crop yield due to better use of light, better crop arrangement within and between rows, and also higher access to soil nutrients (Weiss, 2000). In sesame, high water use efficiency was gained when it was planted over and even under rows rather than when it was planted as a flat form (Aggarwal, 2003). Also, biofertilizers could compensate some of the plant's need for nutrients like nitrogen, but apparently, it's not sufficient. So the integrated chemical and biological fertilizer will increase plant height, pod per plant, 1000 seed weight, and grain yield (Kumar et al., 2009). Therefore, the goal of this research is the evaluation of the effect of PGPR as an integrated fertilizer management and planting method on sesame yield quantity and quality.

Materials and Methods

This study was carried out at the summer of 2016 in the experimental field station of Agricultural Faculty of Shahid Chamran University of Ahvaz. The experimental design was a split plot based on RCB with three replications. Three planting methods placed on the main plot and sub-plot, including four fertilizer management. Sesame grain yield and yield components were measured. The data were subjected to ANOVA with SPSS and Duncan test was used to distinguish the mean differences which were significant.

Results

Results showed that the maximum pod per plant (177 cm), biological yield (5110 kg ha⁻¹), grain yield (1825 kg ha⁻¹), and harvest index (35.7 %) were obtained from the alternative planting on the top row with full chemical fertilizer management. Chlorophyll index was significantly affected by the fertilizer methods. While comparing the chlorophyll index between chemical (56) and the integrated 1 and 2 (44 and 48) fertilizer management, it became evident that the decline of chemical nitrogen caused a significant reduction in this index. In other words, applying a biological fertilizer or the activity of PGPRs can't compensate for the effect of chemical N

reduction. In following, reducing the chlorophyll content likely had a negative effect on the plant photosynthesis potential which caused lower 1000 grain weight in integrated treatments than the full chemical fertilizer method. In addition, the planting method had no significant effect on oil percentage, but the highest and lowest oil yield belonged to the alternative planting on the top row (710 kg ha^{-1}) and planting under row (482 kg ha^{-1}), respectively. Based on our data, the change in planting method had no significant effect on oil percentage, but applying chemical N had significantly increased the oil percentage. Also, planting on top of the row increased both oil percentage and grain yield, which had direct positive effects on oil yield. Both oleic and linoleic acid were increased more by PGPRs than chemical N form, but these unsaturated fatty acids were not significantly affected by the planting method treatment.

Discussion

We find that both the highest grain yield (1441 kg ha^{-1}) and oil percentage (52.24%) belonged to the planting a row on top of row treatment. Between the integrated fertilizer management, the heights (1674 kg ha^{-1}) and lowest (1068 kg ha^{-1}) grain yield belonged to the full chemical fertilizer and integrated 1 treatment, respectively. In contrast, both oleic and linoleic acid were the highest at integrated fertilizer management in all planting methods with chemical treatment. We concluded that the present sesame cultivars are more adaptive to high-input systems, so we must be breeding new cultivars which are more suitable for sustainable agriculture.

Keywords: Grain yield, Humexin, Oil, Oleic acid and Linoleic acid

تأثیر باکتری‌های محرک رشد و روش کشت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L) در منطقه اهواز

فریبا مزرعه^۱، امیر آینه‌بند^{۲*}، اسفندیار فاتح^۳ و آرام گورویی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگروکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۲- *نویسنده مسئول: استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (ayneband@scu.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

۴- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۲

چکیده

به منظور بررسی اثر روش کاشت و استفاده از باکتری‌های محرک رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد پژوهشی در تابستان سال زراعی ۱۳۹۵ در دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. طرح آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار بود. تیمار اصلی روش‌های مختلف کاشت و تیمار فرعی شامل چهار ترکیب تلفیقی باکتری‌های محرک رشد شامل کاملاً شیمیایی (N-P-K)، تلفیقی ۱: ۵۰ درصد نیتروژن + ۱۰۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم شیمیایی به همراه کود بیولوژیکی سوپرنیتروپلاس، تلفیقی ۲: ۱۰۰ درصد نیتروژن + ۵۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم شیمیایی به همراه کود بیولوژیکی پتا بارور ۲ و تلفیقی ۳: ۵۰ درصد نیتروژن + ۱۰۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم به همراه کود بیولوژیکی بیوسولفور و هیومیکسین بود. نتایج نشان داد که در روش‌های مختلف کاشت بیش‌ترین (۱۴۴۱ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین (۱۰۷۸) عملکرد دانه به ترتیب در روش کاشت یک ردیف روی پشته و روش کاشت کف جوی بودند. همچنین در مورد تیمارهای تلفیق کود بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۶۷۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کاملاً شیمیایی و کم‌ترین مقدار آن (۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلفیقی ۱ (۵۰ درصد نیتروژن + ۱۰۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم شیمیایی به همراه کود بیولوژیکی سوپرنیتروپلاس) بودند. همچنین بیش‌ترین (۵۲/۲۴) و کم‌ترین (۳۳/۲) درصد روغن به ترتیب مربوط به روش کاشت یک ردیف روی پشته با تیمار کودی کاملاً شیمیایی و نیز روش کاشت کف جوی و تیمار کودی تلفیقی ۲ (۱۰۰ درصد نیتروژن + ۵۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم شیمیایی به همراه کود بیولوژیکی پتا بارور ۲)، بودند. صفات کیفیت روغن و درصد اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در مدیریت تلفیقی کود و برای تمامی روش‌های کاشت نسبت به تیمار کودی کاملاً شیمیایی بیشتر بود. در مجموع نتایج آزمایش نشان داد، هر دو تیمار روش کاشت و مدیریت کود بر عملکرد کمی مؤثر می‌باشند در حالی که عملکرد کیفی بیشتر تحت تأثیر مدیریت کود قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: اسید اولئیک و اسید لینولئیک، درصد روغن، عملکرد دانه، هیومیکسین

مقدمه

است. این گیاه یک‌ساله بوده و از دانه‌های روغنی با اهمیت در مناطق گرم و نیمه‌گرم محسوب می‌شود (Asadi, 2007). آمار چندساله نشان می‌دهد که سطح

کنجد با نام علمی *Sesamum indicum* مهم‌ترین گونه جنس *Sesamum* از خانواده کنجدیان یا Pedaliaceae،

خاک‌زاد و حفظ پایداری ساختمان خاک مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (Vessey, 2003). به‌علاوه کاربرد کودهای بیولوژیکی، استفاده از کودهای معدنی را محدود می‌کند و از توسعه بیماری‌ها جلوگیری کرده و موجب کاهش آلودگی‌های محیطی و کاهش هزینه‌های کشاورزی می‌شود (Turan *et al.*, 2010). از جمله باکتری‌های موجود در این کودها شامل: سودوموناس، ازتوباکتر، آزرپرولیوم، باسیلوس، نیتروباکتر، ریزویوم و غیره می‌باشند (Saber *et al.*, 2012). به‌علاوه یکی از گزینه‌های موجود جهت افزایش پایداری محصولات کشاورزی، و کاهش مصرف کودهای شیمیایی به خصوص در قاره آسیا که بزرگ‌ترین مصرف‌کننده کودهای شیمیایی در جهان می‌باشد، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید خاکزی است. بدون تردید کاربرد کودهای آلی از دیدگاه اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی مثمرتر واقع شده و می‌تواند جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت محسوب شوند (Vessey, 2003). همچنین گزارش شده کاربرد کودهای بیولوژیک به همراه درصد پایینی از کودهای شیمیایی روی گیاه کنگد به‌طور معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد را افزایش داد (Kumar *et al.*, 2009; Ghosh and Mohiuddin., 2000). نتایج بررسی Yasari and Patwardhan (2007) حاکی از آن بود که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپیریوم عملکرد کنگد را به میزان ۲۱/۷ درصد نسبت به شاهد (عدم کاربرد باکتری‌ها) افزایش داده و تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و وزن هزار دانه داشته است اما در مقابل سبب کاهش تعداد دانه در کپسول گردیده است (Alizadeh *et al.*, 2016).

بنابراین هدف از اجرای این آزمایش بررسی امکان کاهش میزان کاربرد کودهای شیمیایی و جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی با استفاده از روش‌های تلفیقی مدیریت کود و تأثیر روش‌های مختلف کاشت بر عملکرد و

زیرکشت کنگد در ایران حدود ۴۲ هزار هکتار می‌باشد. طبق آمار سازمان FAO در سال ۲۰۱۶ میزان تولید کنگد در ایران ۳۶/۹۱۲ تن بوده است.

انتخاب الگوی کاشت مناسب به دلیل استفاده بهتر از توزیع انرژی خورشید و همچنین تأثیر بر نحوه توزیع بوته‌ها و به دنبال آن تأثیر بر میزان بر خورداری گیاه از منابع قابل دسترس (نور، آب و مواد غذایی)، می‌تواند بر میزان عملکرد مؤثر باشد (Diepenbrock, 2000). به‌طور کلی هنگامی که کنگد در زمین مسطح کشت شود و آبیاری به‌روشنی غرقابی انجام شود تعداد زیادی از گیاهان به پژمردگی مبتلا شده و در نهایت می‌میرند. هر دو تنش خشکی و غرقابی باعث کاهش ماده خشک، کاهش رشد و عملکرد دانه در هر بوته ناشی از سقط جنین، ریزش گل و به تأخیر افتادن زمان بلوغ می‌شود (Mensah *et al.*, 2006). راندمان مصرف آب بالاتر در روش کاشت بذر به‌صورت جوی و پشته و روش کف جوی نسبت به روش کشت مسطح ثبت شده است (Aggarwal and Goswami, 2003). علاوه بر این بهبود راندمان مصرف آب به دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی، تراکم علف هرز کمتر در خط کشت و در نهایت افزایش عملکرد محصول نهایی در روش کاشت پشته‌ای نسبت به کاشت مسطح گزارش شده است (Nasrullah *et al.*, 2009). به‌علاوه کاشت کنگد روی پشته تعداد کپسول بالاتر در بوته و وزن هزار دانه بیش‌تر نسبت به کشت کف جوی تولید می‌کند زیرا در شرایط کشت روی پشته توزیع بهتری برای نفوذ نور و در نتیجه رقابت میان گیاهان کاهش می‌یابد (Weiss, 2000). کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده با جمعیت متراکم یک یا چند نوع میکروارگانیسم زنده و مفید خاکزی و یا فرآورده متابولیک حاصل از آن‌ها هست که روی بذر، سطح گیاه یا سطح خاک به کار برده شده و ریزوسفر گیاهی را اشغال کرده و یا وارد گیاه می‌شوند و به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری‌های

اجزای عملکرد گیاه کنجد بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی روش‌های مختلف کاشت در سه سطح شامل: دو طرف روی پشته به صورت متناوب، یک ردیف روی پشته و کف جوی. فاکتور فرعی استفاده از باکتری محرک رشد به عنوان مکمل در چهار سطح شامل:

کاملاً شیمیایی برمبنای فرمول کودی K-P-N کنجد و برحسب آنالیز خاک و نیاز گیاه (۵۰-۷۵-۹۰) تلفیقی ۱: ۵۰ درصد نیتروژن + ۱۰۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم شیمیایی به همراه کود بیولوژیکی سوپرنیتروپلاس

تلفیقی ۲: ۱۰۰ درصد نیتروژن + ۵۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم شیمیایی به همراه کود بیولوژیکی پتا بارور ۲
تلفیقی ۳: ۵۰ درصد نیتروژن + ۱۰۰ درصد فسفر + ۱۰۰ درصد پتاسیم به همراه کود بیولوژیکی بیوسولفور و هیومیکسین بود.

آماده‌سازی زمین در اوایل تیرماه بعد از حذف کامل بقایای کشت قبلی (گندم) صورت گرفت. در تاریخ ۱۵ تیرماه کاشت کنجد در تراکم مشخص ۴۰ بوته در مترمربع به صورت دستی و در شیاریایی که توسط شیارکن دستی آماده شده بود صورت گرفت. رقم مورد استفاده در این پژوهش رقم داراب ۱ بود. کودهای شیمیایی شامل اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم بودند. کودهای بیولوژیکی عبارت بودند از سوپرنیتروپلاس (عمدتاً باکتری‌های آزوسپریلیوم و سودوموناس) و پتا بارور ۲ (عمدتاً باکتری سودوموناس حل‌کننده فسفات) به صورت بذرمال، هیومیکسین (عمدتاً باکتری باسیلوس) به صورت محلول‌پاشی و بیوسولفور (عمدتاً باکتری تیوباسیلوس) با ایجاد شیار در نزدیکی خط کاشت استفاده شدند. آبیاری،

مبارزه با علف‌های هرز و تنک کردن با توجه به شرایط آب و هوایی و عرف منطقه صورت گرفت. برداشت کنجد به صورت دستی و در تاریخ ۲۵ آبان‌ماه ۱۳۹۵ انجام شد. برداشت بوته‌ها در مساحتی معادل دو مترمربع که شامل ردیف‌های میانی در هر کرت بود انجام شد. صفات کمی مورد بررسی شامل ارتفاع بوته (ارتفاع ساقه همراه با گل آذین)، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و شاخص کلروفیل (سنجش به وسیله کلروفیل متر، مدل spad-502) بودند. به علاوه کیفی اندازه‌گیری شده شامل درصد روغن (به روش سوکسله)، عملکرد روغن و درصد اسیدهای چرب غیراشباع (به روش GC-Mass) بودند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳ به روش ANOVA تجزیه و مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات کمی

نتایج تجزیه واریانس (جدول‌های ۱ و ۲) در رابطه با صفات کمی کنجد نشان داد که اثر تیمار روش کاشت بر تمامی صفات به جز ارتفاع بوته و شاخص کلروفیل معنی‌دار بود. در مقابل اثر مدیریت کود بر کلیه صفات کمی به جز ارتفاع بوته معنی‌دار بود. نتایج تجزیه واریانس برای اثر متقابل این دو تیمار نیز برای صفات تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود.

با مطالعه نتایج مقایسات میانگین (جدول ۳) مشخص شد که بین روش‌های مختلف کاشت به لحاظ ارتفاع بوته (اگرچه در جدول تجزیه واریانس معنی‌دار نبود)، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و شاخص کلروفیل تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که روش یک ردیف روی پشته بیش‌ترین ارتفاع بوته (۱۹۵ سانتی‌متر)، وزن هزاردانه (۳/۱۳ گرم) و شاخص کلروفیل (۵۴) و روش کف جوی کم‌ترین ارتفاع بوته (۱۷۹ سانتی‌متر)، وزن هزار دانه (۲/۵۹ گرم) و شاخص کلروفیل (۴۷) را

از شرایط کاربرد کود شیمیایی شود. اما در مقابل از آنجا که ارتفاع بوته‌های کنجد تحت تأثیر مدیریت کود قرار نگرفت، بنابراین تغییرات ارتفاع بوته بیشتر تحت تأثیر روش کاشت قرار گرفته تا مدیریت کود. به نظر می‌رسد که کاشت کف جوی به علت فراهمی بیشتر آب در درون جوی‌ها باعث کند شدن رشد اولیه گیاهچه‌های کنجد شده است. زیرا گیاهچه‌های کنجد به حضور طولانی مدت آب در اطراف بوته خود حساس می‌باشند. به علاوه قرار گرفتن بذرها در کف جوی به علت دفعات زیاد آبیاری احتمالاً استقرار مناسبی نداشته‌اند. به هر حال بدون توجه به روش کشت مشخص می‌شود که فراهمی سریع عناصر غذایی در روش کاملاً شیمیایی نقش مهمی در توسعه اندام‌های زایشی کنجد دارد، زیرا این گیاه دوره‌ی توسعه گل‌آذین طولانی دارد. کاهش تعداد کپسول در بوته برای تیمارهای تلفیقی ۱ و ۳ دلیلی بر اهمیت فراهمی سریع و زیاد نیتروژن برای مراحل زایشی کنجد است، زیرا در تیمارهای تلفیقی ۱ و ۳ توسعه کند باکتری‌های فراهم‌کننده نیتروژن بیولوژیکی احتمالاً نتوانسته کاهش ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی را جبران نماید.

داشتند. این در حالی است که بیشترین تعداد دانه در کپسول (۵۹) در تیمار کاشت دو طرف پشته به صورت متناوب حاصل شد که با تیمار کاشت یک ردیف بر روی پشته تفاوت معنی‌داری نداشت. بین روش‌های مختلف مدیریت کود نیز به لحاظ ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و شاخص کلروفیل تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). به گونه‌ای که تیمار کاملاً شیمیایی به لحاظ ارتفاع بوته (۱۹۳ سانتی‌متر)، تعداد دانه در کپسول (۶۲)، وزن هزار دانه (۳/۴۳ گرم) و شاخص کلروفیل (۵۶) بیشترین کمیت را به خود اختصاص داد. کوددهی اثر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل داشت. به طوری که با مقایسه مقدار کلروفیل در شرایط شیمیایی (۵۶) و تلفیقی ۱ و ۳ (۴۴ و ۴۸) مشخص می‌شود که کاهش مقدار کود نیتروژن شیمیایی باعث کاهش معنی‌داری این شاخص شده و کاربرد کودهای بیولوژیکی یا به عبارتی فعالیت باکتری‌های محرک رشد نتوانسته این کاهش را جبران نماید. این کاهش در مقدار کلروفیل احتمالاً با تأثیر منفی بر توان فتوسنتزی گیاه کنجد باعث شده که وزن هزار دانه نیز در تیمارهای تلفیقی کمتر

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات کمی کنجد تحت تأثیر روش کاشت و مدیریت کود

Table 1. Analysis of the variance of some of some quantity characters sesame under the influence of planting method and fertilizer management

تعداد دانه در کپسول Seeds/ pod	وزن هزار دانه Weight of 1000 seeds	تعداد کپسول در بوته Pods/plant	ارتفاع بوته Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
4.96 ^{ns}	0.09 ^{ns}	72.92 ^{ns}	162.67 ^{ns}	2	تکرار Replication
47.32 ^{**}	0.93 [*]	3533.53 ^{**}	827.08 ^{ns}	2	روش کاشت Planting method
2.53	0.05	76.7	504.63	4	خطای اصلی Main Error
72.9 ^{**}	1.22 ^{**}	7428.85 ^{**}	25.27 ^{ns}	3	مدیریت کود Fertilizer management
3.59 ^{ns}	0.09 ^{ns}	440.15 ^{**}	7.18 ^{ns}	6	برهمکنش Interaction
5.37	0.11	107.03	50.65	18	خطا Error
11.2	11.82	9.68	8.76		ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

ns, * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ بر اساس آزمون دانکن است.

ns, ** and *: Significant at 0.05, 0.01 probability level and no significant, respectively.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات کمی کنگد تحت تأثیر روش کاشت و مدیریت کود

Table 2. Analysis of the variance of some of some quantity characters sesame under the influence of planting method and fertilizer management

شاخص کلروفیل Chlorophyll index	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V
3.54 ^{ns}	96.6 ^{ns}	13480.33 ^{ns}	7707.19 ^{ns}	2	تکرار Replication
15.83 ^{ns}	40.33 [*]	1902156.33 ^{**}	455940.36 ^{**}	2	روش کاشت Planting method
89.95	4.08	9661.79	8828.86	4	خطای اصلی Main error
257.52 ^{**}	40.06 [*]	2660983.29 ^{**}	618325.51 ^{**}	3	مدیریت کود Fertilizer management
12.2 ^{ns}	20.43 ^{**}	414574.4 ^{**}	52170.43 ^{**}	6	برهمکنش Interaction
18.93	5.61	20043.12	6720.82	18	خطا Error
11.3	9.25	10.57	12.29		ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم معنی داری و معنی داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ بر اساس آزمون دانکن است.

ns, ** and *: Significant at 0.05, 0.01 probability level and no significant, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر روش کاشت و مدیریت کود بر برخی صفات کمی کنگد

Table 3. Comparison of the mean Effect of Planting method & Fertilizer management on some quantity characters sesame

شاخص کلروفیل Chlorophyll index	وزن هزاردانه (گرم) weight of 1000 seeds (g)	تعداد دانه در کپسول Seeds/pod	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	تیمارها Treatments	
49 ^b	2.98 ^a	59 ^a	191 ^a	دو طرف پشته به صورت زیگزاک Alternative on row	روش کاشت Planting method
54 ^a	3.13 ^a	58 ^a	195 ^a	یک ردیف روی پشته Side on row	
47 ^b	2.59 ^b	55 ^b	179 ^b	کف جوی Bottom of row	
56 ^a	3.43 ^a	62 ^a	192 ^a	شیمیایی Chemical	مدیریت کود Fertilizer management
44 ^b	2.62 ^b	56 ^b	187 ^a	تلفیقی ۱ Integrated 1	
53 ^a	2.58 ^b	56 ^b	188 ^a	تلفیقی ۲ Integrated 2	
48 ^b	2.68 ^b	56 ^b	186 ^a	تلفیقی ۳ Integrated 3	

* میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری با هم در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with the same letter(s) in each column have not significant difference at 5% probability level based on Duncan test.

روش کاشت یک ردیف روی پشته در کود کاملاً شیمیایی حاصل شد، که با تیمار روش کاشت دو ردیف

نتایج حاصل از برهمکنش تیمارها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین (۱۸۷) تعداد کپسول در بوته در تیمار

کنجد (LAI: ۳/۶) به فضای بین و درون ردیف‌ها مطلوب‌تر شده و سایه‌اندازی برگ‌های بالایی بر برگ‌های پایینی گیاه کاهش یافته است. بدیهی است در این شرایط اندام‌های هوایی بوته‌های کنجد کمتر در روی ردیف‌ها بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند، به عبارت دیگر رقابت درون‌گونه‌ای برای نور و حتی جذب عناصر توسط ریشه‌ها نیز کاهش خواهد یافت. زیرا فضای بیشتری برای توسعه ریشه و برگ‌ها در مقایسه با کاشت تک ردیفه به وجود خواهد آمد. به دلیل بهبود این شرایط افزایش توان فتوسنتزی (افزایش شاخص کلروفیل) گیاهان کنجد نقش مهمی در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ایفا کرده است.

روی پشته به صورت زیکزاک در کود کاملاً شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک (۵۱۱۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد دانه (۱۸۲۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۳۵/۷) در تیمار روش کاشت دو ردیف روی پشته به صورت متناوب روی پشته در کود کاملاً شیمیایی حاصل شد. در مقابل کمترین تعداد کپسول در بوته (۹۰)، عملکرد دانه (۸۹۲ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۵/۴) در روش کاشت کف جوی و تیمار کودی تلفیقی ۱ حاصل شد. به نظر می‌رسد روش کاشت زیکزاک بر روی ردیف منجر به توسعه بهتر سایه‌انداز کنجد شده است. احتمالاً در این شرایط گسترش شاخساره‌های

جدول ۴- اثر روش کاشت و مدیریت کود بر برخی صفات کمی کنجد

Table 4. Effect of planting method & fertilizer management on some quantity characters sesame

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	تعداد کپسول در بوته pods / plant	تیمارها Treatments	
				مدیریت کود Fertilizer management	روش کاشت Planting method
29.6 ^{bc}	985 ^f	3325 ^f	114 ^{cd}	شیمیایی Chemical	
31.3 ^{bc}	1362 ^d	4345 ^c	144 ^b	تلفیقی ۱ Integrated 1	روش کاشت ۱
34.7 ^a	1381 ^d	3970 ^d	117 ^{cd}	تلفیقی ۲ Integrated 2	روش کاشت ۱ Planting method 1
35.7 ^a	1825 ^a	5110 ^a	177 ^a	تلفیقی ۳ Integrated 3	
33.4 ^{ab}	1328 ^e	3967 ^d	120 ^c	شیمیایی Chemical	
33.8 ^{ab}	1467 ^{cd}	3440 ^c	141 ^b	تلفیقی ۱ Integrated 1	روش کاشت ۲
30.8 ^{bc}	1338 ^e	4338 ^c	154 ^b	تلفیقی ۲ Integrated 2	روش کاشت ۲ Planting method 2
34 ^{ab}	1575 ^b	4625 ^b	187 ^a	تلفیقی ۳ Integrated 3	
25.4 ^d	892 ^f	3510 ^e	90 ^d	شیمیایی Chemical	
29.9 ^{cd}	988 ^f	3295 ^f	122 ^c	تلفیقی ۱ Integrated 1	روش کاشت ۳
32.7 ^{bc}	940 ^f	2870 ^g	92 ^d	تلفیقی ۲ Integrated 2	روش کاشت ۳ Planting method 3
34.9 ^a	1532 ^{bc}	4385 ^c	156 ^b	تلفیقی ۳ Integrated 3	

* حروف مشابه در ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

* Means with the same letter(s) in each column have not significant difference at 5% probability level based on DanCAN test.

عملکرد کنگد شد (Garg et al., 2005). همچنین وزن هزار دانه مستقیماً تحت تأثیر جریان مواد فتوسنتزی بعد از گرده‌افشانی است. این مواد می‌توانند از فتوسنتز جاری گیاه یا از انتقال مجدد مواد ذخیره‌شده در ساقه‌ها، برگ‌ها و یا کپسول‌ها تأمین شود (Ahmadi and Bohrani, 2004).

خصوصیات کیفی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) در رابطه با صفات کیفی نشان داد که اثر تیمار روش کاشت تنها بر عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در مقابل اثر تیمار مدیریت کود بر تمامی صفات کیفی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به علاوه نتایج تجزیه واریانس برای اثر متقابل این دو تیمار بر درصد اسید اولئیک و اسید لینولئیک روغن دانه کنگد در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسات میانگین (جدول ۵) مشخص شد که بین روش‌های مختلف کاشت به لحاظ درصد روغن تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. هر چند که روش کشت کف جوی کمترین درصد روغن را تولید کرد (۴۳/۲۵ درصد). این در حالی است که روش یک ردیف روی پشته و روش کف جوی به ترتیب بیش‌ترین (۷۱۰ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین (۴۸۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن دانه مشاهده شد. با بررسی سطوح مدیریت کود مشخص شد که بیش‌ترین عملکرد روغن (۸۸۵ کیلوگرم در هکتار) و درصد روغن (۵۲/۸۵) در روش کاملاً شیمیایی و کم‌ترین (۴۸۳ کیلوگرم در هکتار) عملکرد روغن و درصد روغن (۳۷/۰۶ درصد) در تیمار کودی تلفیقی ۳ حاصل شد. همچنین نتایج حاصل از برهمکنش تیمارها (جدول ۶) نشان داد که روش کاشت کف جوی در روش مدیریت کود تلفیقی ۳ بیش‌ترین (۴۵/۱۴) و روش کاشت کف جوی در روش مدیریت کود کاملاً شیمیایی کم‌ترین (۳۷/۱) درصد اسید اولئیک را تولید کردند. در مقابل بیش‌ترین (۴۳/۷) درصد اسید لینولئیک در روش کاشت کف جوی در مدیریت تلفیقی ۲ و کم‌ترین (۳۵/۱۲) در روش کاشت یک ردیف روی پشته در مدیریت کود کاملاً شیمیایی حاصل شد.

همچنین نتایج این آزمایش مشخص کرد که در روش کاشت کف جوی که بوته‌ها به صورت غرقاب آبیاری می‌شوند ارتفاع بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه نسبت به روش آبیاری نشتی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند ناشی از اختلاف در سیستم آبیاری و نشان‌دهنده‌ی برتری سیستم آبیاری نشتی نسبت به غرقابی باشد. که این عامل به‌نوبه‌ی خود می‌تواند بر رشد رویشی، تعداد شاخه‌های جانبی و درنهایت افزایش تعداد کپسول در هر کدام از این شاخه‌ها تأثیرگذار باشد. از طرفی با مقایسه سطوح مختلف مدیریت کود می‌توان چنین استنباط نمود که کاربرد کودهای شیمیایی بخصوص نیتروژن می‌تواند با تأمین نیاز تغذیه‌ای گیاه، رشد و توسعه گیاه را افزایش و سبب استفاده بهتر از منابع رشدی شود. لذا کاهش تعداد دانه در کپسول در تیمارهای مدیریت تلفیقی کود نسبت به تیمار شیمیایی تا حد زیادی ناشی از کاهش تعداد کپسول در بوته (جدول ۴) بود. گزارش شده با افزایش میزان کود شیمیایی نیتروژن‌دار تعداد کپسول در بوته و دانه در کپسول در کنگد به صورت معنی‌داری افزایش یافت (Malik et al., 2003).

نتایج این آزمایش حاکی از این است که افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد دانه در روش کاشت یک ردیف روی پشته و تأمین کامل کودهای شیمیایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. کود شیمیایی در افزایش میزان شاخ و برگ و همچنین عملکرد دانه و به دنبال آن‌ها عملکرد بیولوژیک مؤثر بوده است (Kohanmo and Aghakhani, 2014). به علاوه حذف نیمی از کود شیمیایی نیتروژن بیش‌ترین تأثیر منفی را بر شاخص کلروفیل داشت. علت این امر را می‌توان کاهش میزان عنصر یادشده و تأثیر آن بر ساخت آنزیم‌های مورد نیاز در مسیر سنتز کلروفیل دانست. کاهش شاخص کلروفیل با تحت تأثیر قرار دادن سیستم فتوسنتزی و کمپلکس جمع‌کننده نور میزان تولید ماده‌ی خشک را محدود و در نتیجه بر مقصدهای فیزیولوژیک نظیر تعداد کپسول در بوته، دانه در کپسول و درنهایت عملکرد دانه تأثیرگذار خواهد بود. بیان‌شده اضافه نمودن نیتروژن به خاک سبب افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و درنهایت افزایش میزان رشد و

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی کنجد تحت تأثیر روش کاشت و مدیریت کود

Table 5. Analysis of the variance of some of some quality characters sesame under the influence of planting method and Fertilizer management

لینولئیک اسید Linoleic acid	اولئیک اسید Oleic acid	عملکرد روغن Oil yield	درصد روغن Oil	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
0.18 ^{ns}	8.8 ^{ns}	1019.24 ^{ns}	31.45 ^{ns}	2	تکرار Replication
1.07 ^{ns}	0.69 ^{ns}	168363.54 ^{**}	26.93 ^{ns}	2	روش کاشت Planting method
2.53	0.08	8882.9	28.06	4	خطای اصلی Main error
39.13 ^{**}	91.46 ^{**}	304370.26 ^{**}	361.4 ^{**}	3	مدیریت کود Fertilizer management
27.17 ^{**}	48.67 ^{**}	15190.51 ^{ns}	25.15 ^{ns}	6	برهمکنش Interaction
1.24	9.03	10232.68	37.13	18	خطا Error
9.21	7.44	16.46	13.27		ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)

ns، * و ** به ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ بر اساس آزمون دانکن است.

ns, *, ** and ns: Significant at 0.05, 0.01 probability level and no significant, respectively.

جدول ۶- اثر برهمکنش بین روش کاشت و مدیریت کود بر برخی صفات کیفی کنجد

Table 6. Comparison of the mean effect of planting method & fertilizer management on some quality characters of sesame

عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield (kg/ha)	درصد روغن Oil %	تیمارها Treatments
650 ^a	46.65 ^a	دو طرف پشته به صورت زیگزاک Alternative on row
710 ^a	47.79 ^a	یک ردیف روی پشته Side on row
482 ^b	43.25 ^a	کف جوی Bottom of row
885 ^a	52.85 ^a	شیمیایی Chemical
518 ^b	48.6 ^{ab}	تلفیقی ۱ Integrated 1
570 ^b	44.07 ^{bc}	تلفیقی ۲ Integrated 2
483 ^b	37.06 ^c	تلفیقی ۳ Integrated 3

* میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری با هم در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن ندارند.

* Means with the same letter(s) in each column have not significant difference at 5% probability level based on Duncan test.

چشم‌گیری بر افزایش درصد روغن دارد. به علاوه روش کاشت یک ردیف روی پشته با افزایش درصد روغن و عملکرد دانه که به صورت مستقیم بر عملکرد روغن تأثیر

نتایج نشان می‌دهد که تغییر روش کاشت تأثیر چندانی بر درصد روغن ندارد. همچنین به نظر می‌رسد که در اختیار گذاشتن کودهای شیمیایی به طور کامل تأثیر مثبت

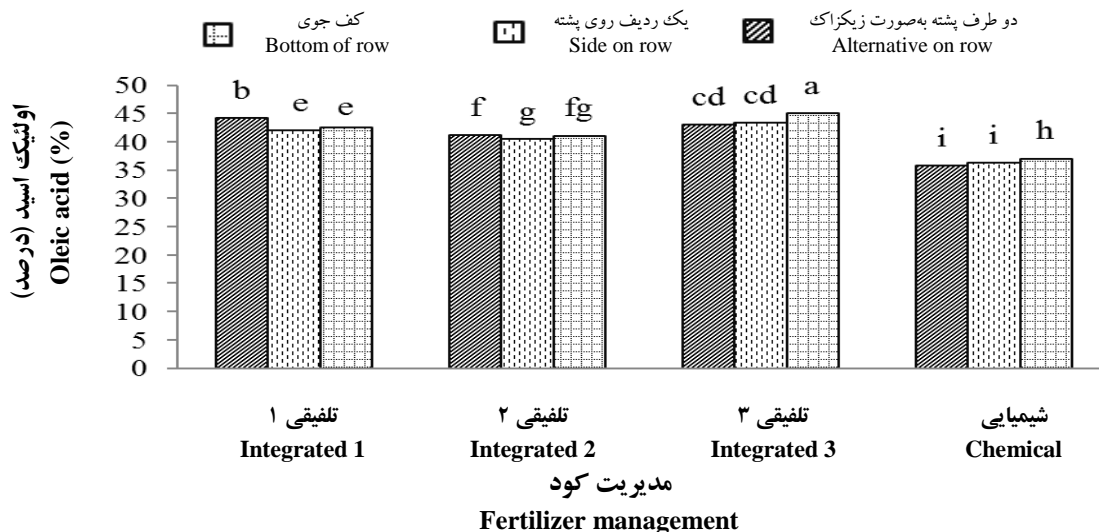
می گذارند، باعث افزایش عملکرد روغن شده است. احتمالاً به دلیل فاصله‌ی مناسب بین بوته‌ها در روی ردیف، این تیمار مناسب‌تر از روش متناوب بوده لذا رقابت درون گونه‌ای بین بوته‌ها کاهش یافته که این امر منجر به بهبود عملکرد در تیمار یک ردیف روی پشته شد. بین روش‌های تلفیقی مدیریت کود تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و کاربرد کودهای بیولوژیکی مختلف در تولید عملکرد روغن تقریباً یکسان عمل کردند. محققان نشان دادند که مصرف کود شیمیایی نیتروژن‌دار تأثیر منفی و معنی‌داری بر میزان روغن دانه کنگد داشته است ولی به دلیل تأثیر مثبت بر عملکرد دانه، در نهایت عملکرد روغن را افزایش داده است. به عبارت دیگر مصرف کود شیمیایی نیتروژن‌دار با بهبود عملکرد دانه عملکرد روغن را نیز افزایش داده است (Uzun et al., 2008). گزارش شده باکتری‌های درون کود بیولوژیک می‌توانند به‌طور مستقیم روی رشد گیاه به وسیله افزایش جذب نیتروژن، سنتز هورمون‌ها و محلول‌سازی مواد معدنی مفید باشند که در نتیجه موجب افزایش عملکرد دانه شده و در نهایت عملکرد روغن نیز افزایش خواهد یافت (Herman et al., 2008).

نکته جالب در این پژوهش این است که کمیت اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در تیمارهای مدیریت تلفیقی کود بیشتر از شرایط کوددهی شیمیایی بود (شکل‌های ۱ و ۲). یک دلیل احتمالی این است که از آنجایی که کودهای بیولوژیک به تدریج منابع نیتروژن را به تدریج در طول دوره‌ی رشد در اختیار گیاه قرار می‌دهند (در مقایسه با کود شیمیایی) لذا به نظر می‌رسد این فراهمی تدریجی تا انتهای دوره‌ی رشد ادامه یافته و انرژی لازم برای تولید اسیدهای چرب را فراهم نموده است.

از آنجا که روش کشت اثر معنی‌داری بر این صفات کیفی نداشته (جدول ۴). لذا بخش عمده‌ای از این تفاوت‌ها ناشی از تأثیر باکتری‌های محرک رشد بوده است. به نظر می‌رسد از آنجا که فعالیت باکتری‌های

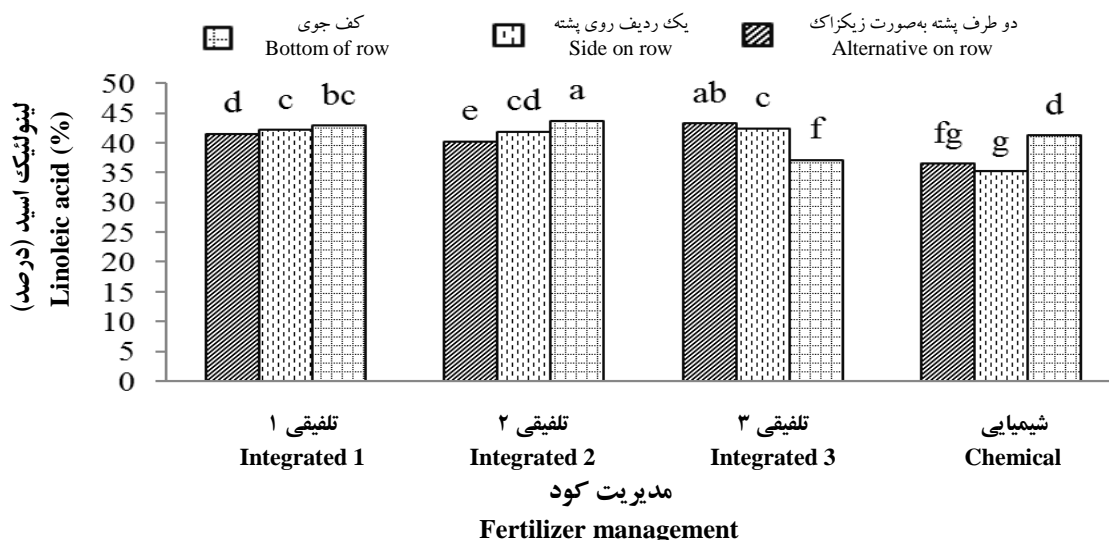
محرک رشد کند بوده و در نتیجه فراهمی نیتروژن را دیرتر و کندتر از شرایط کاربرد کودهای شیمیایی فراهم می‌کنند لذا این باکتری‌ها با تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه در مراحل زایشی نقش مهمی در بهبود افزایش اسیدهای چرب داشته‌اند. گزارش شده کاربرد صرفاً کودهای شیمیایی بیش‌ترین اثر کاهنده را بر اسیدهای چرب غیراشباع اسید اولئیک و اسید لینولئیک که عامل اصلی افزایش کیفیت روغن کنگد هستند، داشت (Sharma, 2005). در این رابطه می‌توان بیان داشت که حضور باکتری‌های محرک رشد از طریق افزایش نیتروژن قابل دسترس برای گیاه باعث تداوم رشد گیاه و دیررسی آن و مواجه شدن دوره‌ی پر شدن دانه‌ها با دماهای خنک‌تر شده که این امر میزان اسیدهای چرب اشباع را کاهش و اسیدهای چرب غیراشباع را افزایش می‌دهد. محققان بیان داشتند که کاربرد کودهای بیولوژیک با توجه به افزایش معنی‌دار اسیدهای چرب غیراشباع و همچنین قابلیت جایگزینی با کود نیتروژن در تولید سالم یک گیاه روغنی، می‌تواند در راه دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی مفید باشد (Yousefpour and Yiddavi., 2014).

Shakeri et al. (2016) در تحقیقات خود نشان دادند که کاربرد کود نیتروژن به تنهایی علی‌رغم افزایش معنی‌دار در عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنگد، محتوای روغن دانه را کاهش داد. این در حالی است که استفاده از باکتری‌های محرک رشد (PGPRs) به همراه نیمی از کود نیتروژن استفاده شده در تیمار شاهد (عدم استفاده از باکتری‌های محرک رشد) باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارهای کودی نیتروژن بدون تلقیح PGPRs بود. به علاوه بیان داشتند که با استفاده‌ی توأم کود نیتروژن و PGPRs میزان اسیدهای چرب اشباع (پالمیتیک اسید و استارئیک اسید) کاهش و میزان اسیدهای چرب غیراشباع (اولئیک و لینولئیک اسید) افزایش یافت.



شکل ۱- برهمکنش سطوح روش کاشت و مدیریت کود بر صفت اولئیک اسید کنجد

Figure 1. Interaction of planting method and fertilizer management on the oleic acid% of sesame



شکل ۲- برهمکنش سطوح روش کاشت و مدیریت کود بر صفت لینولئیک اسید کنجد

Figure 2. Interaction of planting method and Fertilizer management on the Linoleic acid% of sesame

با صفت وزن هزار دانه کم‌ترین همبستگی را نشان داد (۰/۱۱). همچنین عملکرد روغن با صفات عملکرد دانه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، درصد روغن و شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری داشت. از آنجایی که عملکرد روغن حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن است، این همبستگی نشان می‌دهد که صفات کمی (مانند عملکرد دانه، تعداد دانه و تعداد کپسول) بیشتر از صفات کیفی بر صفت عملکرد روغن تأثیرگذار بودند.

ضریب همبستگی عملکرد دانه با اجزای عملکرد
 با بررسی جدول همبستگی (جدول ۷) مشخص شد که عملکرد دانه در سطح یک درصد با صفات تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و عملکرد روغن همبستگی معنی‌داری داشت، اما صفت عملکرد دانه با صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت، و درصد روغن همبستگی معنی‌داری نداشت. به هر حال عملکرد دانه با صفت عملکرد روغن بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار (۰/۹۸) و

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات کمی و کیفی کنجد

Table 7. Correlation coefficients of quantitative and qualitative characters of sesame

7	6	5	4	3	2	1	صفات Traits
						1	1
					1	0.27 ^{ns}	2
				1	0.28 ^{ns}	0.29 ^{ns}	3
			1	0.32 ^{ns}	0.61 ^{**}	0.45 ^{**}	4
		1	0.27 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.49 ^{**}	0.30 ^{ns}	5
	1	0.75 ^{**}	0.75 ^{**}	0.34 ^{ns}	0.70 ^{**}	0.63 ^{**}	6
1	0.92 ^{**}	0.23 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.72 ^{**}	0.70 ^{**}	7
(Oil yield) عملکرد روغن (6)		(Harvest index) شاخص برداشت (4)		(Pods/ plant) تعداد کپسول در بوته (1)			(1)
(Grain yield) عملکرد دانه (7)		(Oil %) درصد روغن (5)		(Seeds/ pod) تعداد دانه در کپسول (2)			(2)
							(3) وزن هزار دانه (Weight of one 1000 seeds)

* و ** به ترتیب نشانگر معنی دار بودن در سطوح احتمال یک و پنج درصد و ns عدم وجود اختلاف معنی داری می باشد.

*, ** and ns: Significant at 0.05, 0.01 probability level and no significant, respectively.

به تیمار کودی کاملاً شیمیایی بیشتر بود. باکتری‌های محرک رشد به علت فعالیت کند آن‌ها عمدتاً بر صفاتی از عملکرد کنجد تأثیر داشته که در مراحل انتهایی رشد گیاه به وجود آمده‌اند، مانند اسیدهای چرب ولی در مقابل کودهای شیمیایی با تأثیر سریع خود باعث بهبود فاکتورهایی از رشد شده‌اند که در مراحل اولیه شکل می‌گیرند. از آنجایی که ارقام موجود با روش کشاورزی فشرده اصلاح شده‌اند لذا به کاربرد نهادهای زیاد سازگار می‌باشند. بنابراین به نظر می‌رسد در آینده بایستی ارقام جدید سازگار با مدیریت تلفیقی کودهای زیستی اصلاح شوند.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که بیش‌ترین (۱۴۴۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه و درصد روغن (۵۲/۲۴) در روش کاشت یک ردیف روی پشته حاصل شد. همچنین در مورد تیمارهای تلفیق کود بیش‌ترین عملکرد دانه (۱۶۷۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کاملاً شیمیایی و کم‌ترین مقدار آن (۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلفیقی ۱ بودند. در مقابل کیفیت روغن و درصد اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در مدیریت تلفیقی کود و برای تمامی روش‌های کاشت نسبت

References

- Aggarwal, P. and Goswami, B. (2003). Bed planting system for increasing water use efficiency of wheat grown on Inceptisol (Typic Ustochrept). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 73(8), 422-425.
- Ahmadi, M. and Bohrani, M. J. (2004). Effect of different levels of nitrogen on yield and yield components and seed oil content of sesame cultivars in Bushehr area. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 48(29), 123-131. [In Farsi]
- Alizade, M, Balouchi, H. R. and Yadavi, A. R. (2016). Effect of seed priming and irrigation water quality on yield and grain and oil yield components and sesame genotype (*Sesamum indicum* L.). *Plant Productions*, 39(2), 115-125. [In Farsi]
- Asadi, H. (2007). *The effect of cultivation of sesame and bean on growth indices and their components*. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad. [In Farsi]
- Diepenbrock, W. (2000). Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus*): A review. *Field Crops Research*, 67(1), 35-49.
- Garg, B. K., Kathju, S. and Vyas, S. P. (2005). Salinity-fertility interaction on growth. Photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame. *Indian Journal of Plant Physiology*, 10(2), 162-167.

- Ghosh, D. C. and Mohiuddin, M. (2000). Response of summer sesame (*Sesamum indicum*) to biofertilizer and growth regulator. *Agricultural Science*, 20(2), 90-92.
- Herman, M. A. B., Nault, B. A. and Smart, C. D. (2008). Effect of plant growth-promoting rhizobacteria on bell pepper production and green peach aphid infestation in New York. *Crop Protection*, 27(6), 996-1002.
- Kochaki, A. (1993). *Physiology of crop plants*. Mashad: Mashad University, Publishing House of Ghods Razavi. [In Farsi]
- Kohanmo, M. A. and Aghakhani, M. (2014). Effect of chemical and biological fertilizers on yield components and secondary compounds of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Plant Productions*, 37(2), 99-112. [In Farsi]
- Kumar, B., Pandey, P. and Maheshwari, D. K. (2009). Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa* LES4. *European Journal of Soil Biology*, 45(4), 334-340.
- Malik, M. A., Farrukh Saleem, M., Cheema, M. A. and Ahmed, S. (2003). Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(4), 490-492.
- Mensah, J. K., Obadoni, B. O., Eruotor, P. G. and Onome-Irieguna, F. (2006). Simulated flooding and drought effects on germination, growth, and yield parameters of sesame (*Sesamum indicum* L.). *African Journal of Biotechnology*, 5(13), 1249-1253.
- Nasrullah, H. M., Cheema, M. S. and Akhtar, M. (2009). *Efficiency of different dry sowing methods to enhance wheat yield under cotton-wheat cropping system*. International Conference on Sustainable Food Grain production-Challenges and Opportunities, University Agriculture Faisalabad, Pakistan. Oct. 26-27.
- Saber, Z., Pirdashti, H., Esmaeli, M., Abbasian, A. and Heidarzadeh, A. (2012). Response of wheat growth parameters to co-Inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and different levels of inorganic nitrogen and phosphorus. *World Applied Sciences Journal*, 16(2), 213-219.
- Shakeri, E., Modarres-Sanavy, S. A. M., Amini Dehaghi, M., Tabatabaei, S. A. and Moradi-Ghahderijani, M. (2016). Improvement of yield, yield components and oil quality in sesame (*Sesamum indicum* L.) by N-fixing bacteria fertilizers and urea. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62(4), 547-560.
- Sharma, P. B. (2005). Fertilizer management in sesame (*Sesamum indicum* L.) based intercropping system in Tawa command area. *Journal of Oilseeds Research*, 22, 63-65.
- Turan, M., Gulluce, M., Cakmakci, R., Oztas, T. and Sahin, F. (2010). *The effect of PGPR strain on wheat yield and quality parameters*. Proceedings of the World Congress of Soil Science: Soil Solutions for a Changing World, Brisbane, Australia.
- Uzun, B., Arslan, C. and Furat, S. (2008). Variation in Fatty Acid Compositions, Oil Content and Oil Yield in a Germplasm Collection of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of American Oil Chemistry Society*, 85(12), 1135-1142.
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
- Weiss, E. A. (2000). *Oil seed crops*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Yasari, E. and Patwardhan, M. (2007). Effects of azotobacter and azospirillum inoculants and chemical fertilizers on growth and productivity of canola (*Brassica napus* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(1), 77-82.
- Yousefpour, Z. and Yiddavi, A. (2014). Effect of nitrogen and phosphorus chemical and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of sunflower. *Knowledge of Agriculture and Sustainable Production*, 24(1), 95-112. [In Farsi]

